連載 オーディオ計測の散歩道

定電流型アンプでは スピーカはどう動くのか

②バースト入力での応答

小倉幸一

マイク出力の違い

先月号に続けて今度はスピーカ負荷でのマイク出力＝音圧を見てみます．波形に注目したいので，マイク出力がほぼ均一になるようにアンプ入力を微調整しました（第1，2図）．

(A) 1：1 kHz
2：3 kHz
3：10 kHz
1a：1 kHz 時間軸拡大
2a：3 kHz 時間軸拡大
3a：10 kHz 時間軸拡大

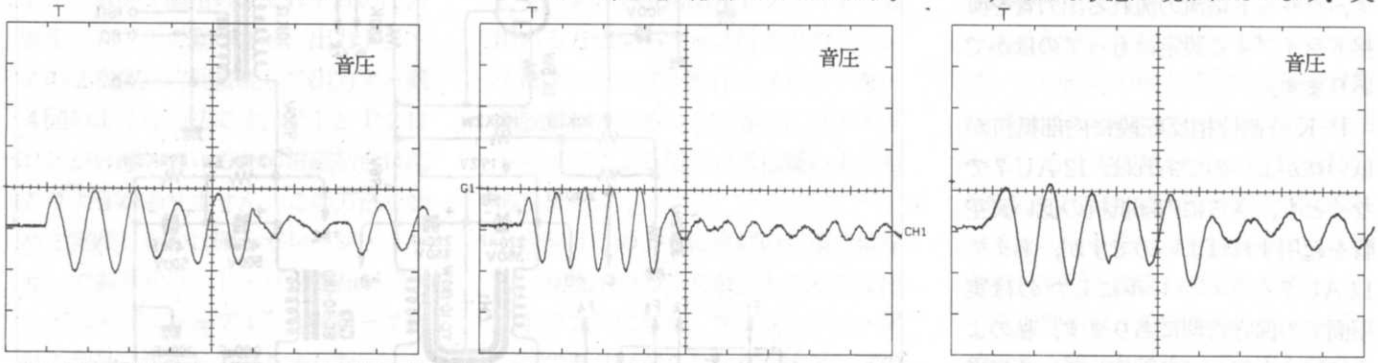
(B) 1a：1 kHz 時間軸拡大
2a：3 kHz 時間軸拡大
3a：10 kHz 時間軸拡大

定電流型(A)での1a～3aと定電圧型(B)での1a～3a波形の比較は，重ねて見る目視法でやってみると，いずれも10%くらいずつ前者の方が大きくなっています．両者が等しい音響出力であることを確かめるのに，残響部分が同じ大きさであることをみきわめ，その上で5波部分を比較したのです．ところで肝心なのを忘れていました．f_0=72.5 Hzでの電圧，電流，マイク，コーンの動きを観察することです．

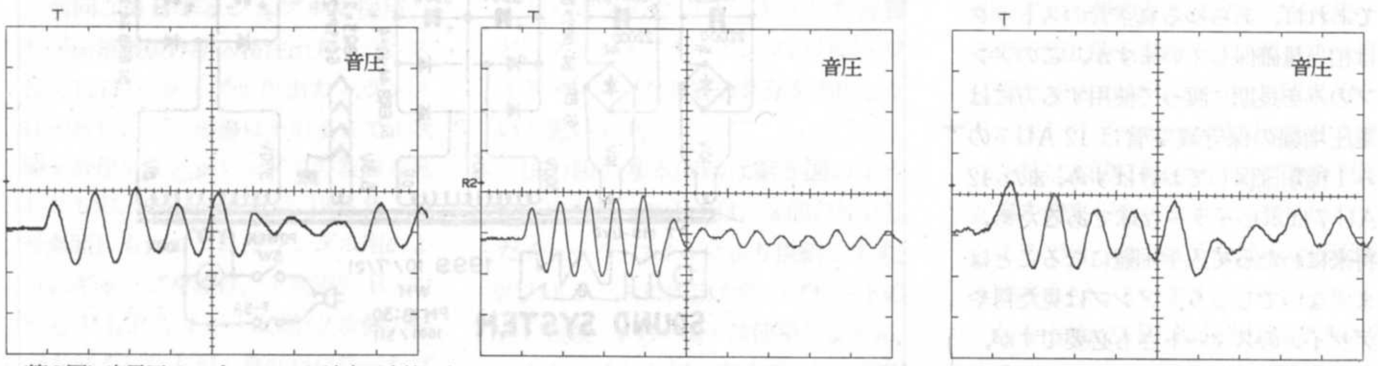
第3図～第5図を見てください．定電流型アンプでスピーカ電流との対比を見たものです．

定電流型(A)での出力電流は相変わらずきれいで，理想的波形をしています．この電流でドライブされるコーンの動きは，センター・キャップに張り付けた反射紙（4 mm角メッキ紙で表面粗さ実測ずみのもの）にレーザー光をあてて，その距離の変化で変位を見るものです．ちなみに，A/Dコンバータのサンプリング周波数は50 kHzです．

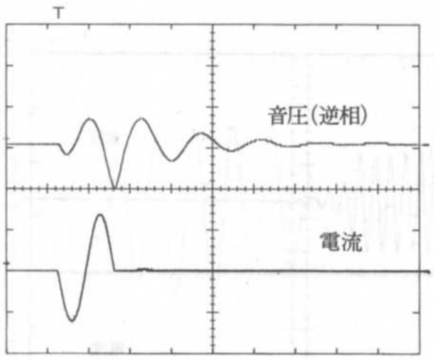
第4図に測定結果を示しました．第3図の出力電圧，電流によるパワーでコーン動かされるわけですから，その電流が一定であれば，電圧のパターンと相似の動きをするはずです．第4図はまさにその証明です．ただ，電流波形が5波で終わってしまった後はスピーカの自由振動の時間です．アンプの内部抵抗が大きいので，電磁制動がかかりません．コーンはのびのびと減衰振動をしています．また立ち上がり時点では，逆起電力による反抗と質量からくる反応性の悪さから急には動けない．そんな状態が現われています．実



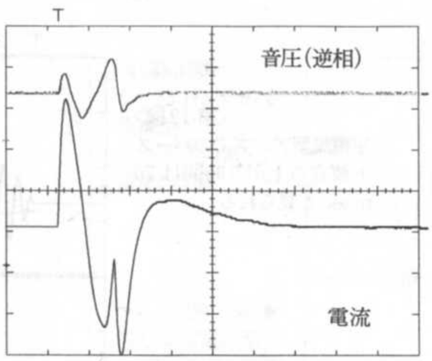
〈第1図②〉定電流アンプのバースト波音圧応答．左から1 k，3 k，10 kHz．第1図①の時間軸を拡大したもの



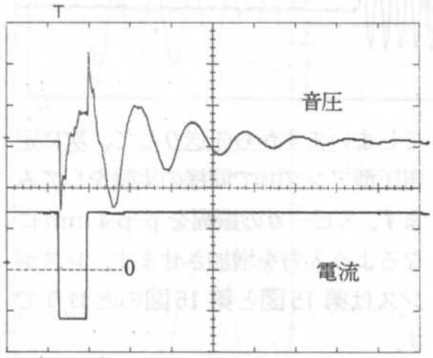
〈第2図〉定電圧アンプのバースト波音圧応答．左から1 k，3 k，10 kHz．上と比較するとちがいがわかる



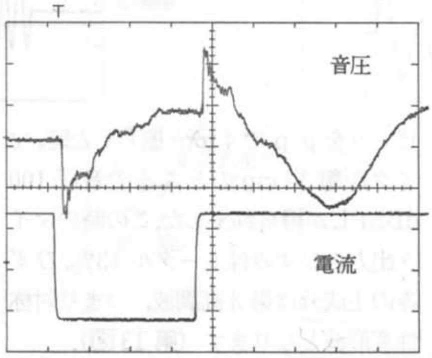
〈第17図〉定電流型の単発サイ波応答 (f_0)



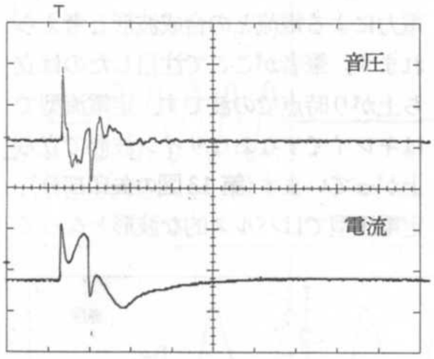
〈第18図〉定電流型の単発サイ波応答 (f_0)



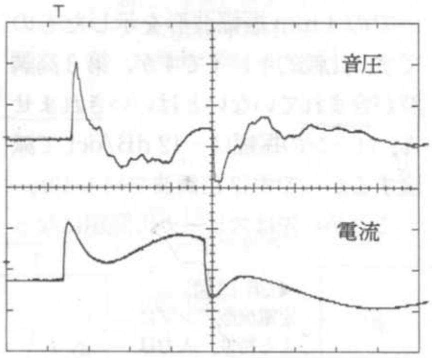
〈第19図〉定電流型のパルス応答



〈第21図〉定電流型のパルス応答



〈第20図〉上図の時間軸拡大



〈第22図〉上図時間軸拡大

います（第15図の矢印部分）．

両者とも後に続く波形（ひずみ）は，似たようなものですから音色に変化はありませんでしたが，音楽の場合，種々の変化波形を長い時間聴き比べれば，その差について具体的表現ができるようになると思います．このあたりは実験データからのみで，早計に判断は下せないとおもいますが，忘れてはならない一因と思います．

アンプによる立ち上がり，立ち下がりの違い

つぎに波形の"立ち上がり"について，実験をしていきます．まず，機械的に1発の信号で比較してみましょう．なお，マイク波形の正負が5波の時と逆ですが，立ち上がり部の比較がしやすいようにスピーカを逆接続に切り替えました．

(1) 単発サイン波 73 Hz (f_0)

(A) 定電流型アンプのレスポンス
第17図参照

(B) 定電圧型アンプのレスポンス
第18図参照

(A)では5波の時の中4波を抜いて前後をつないだような単純な波形ですが，(B)では振幅がすこし減少しています．**第15, 18図**を重ねてみてわかりました．

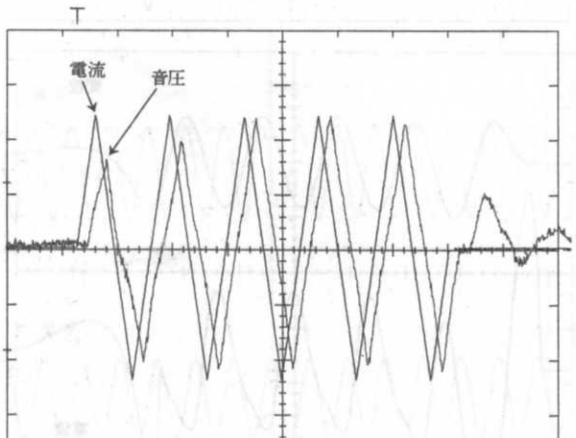
(2) 単発方形波(6.8 msec, f_0 半サイクル，マイク・アンプは 2〜40 kHz)．

(A) 定電流型アンプのレスポンス
第19, 20図参照

(B) 定電圧型アンプのレスポンス
第21, 22図参照

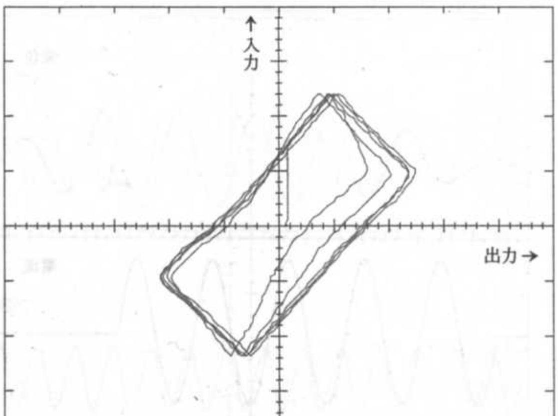
この実験でパルス幅を f_0 の半サイクルとしてありますが，特に f_0 と関係付けするつもりではありません．ファンクション・ジェネレータの切り替えだけでパルス波をつくっただけです．でもそのスペクトルには可聴音以上の成分が当然含まれており，それが寄生振動らしきものを誘起しています．(A)についてはパルス終了後自由振動が続いています．

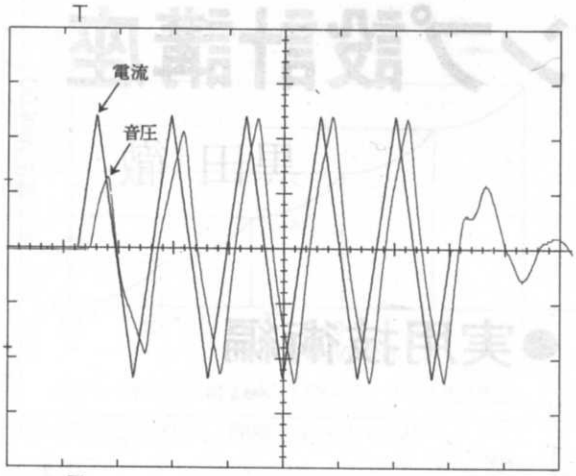
(B)についてはマイク出力が少し正負非対称であることと，それにもまして波形がいちじるしく変わったこと，さらに，Y軸感度を10分の1に



◀〈第23図〉370 Hz三角波入力の定電流アンプでの応答

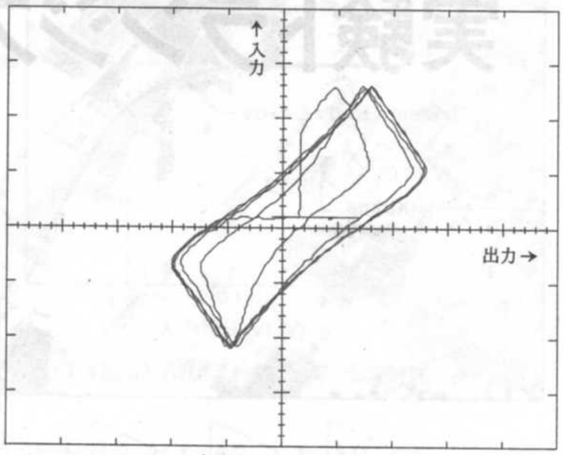
〈第24図〉▶ 同上のリサジュー図

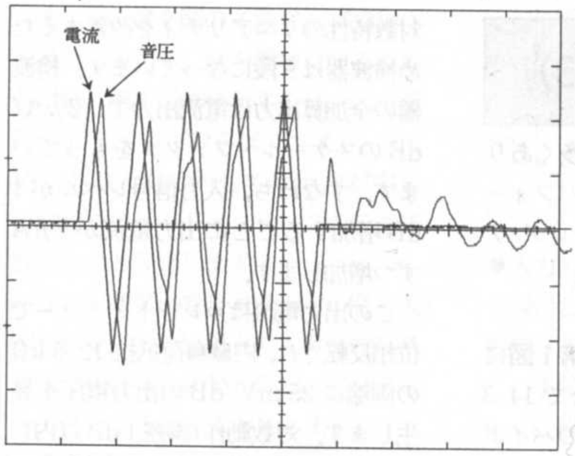




◀〈第 25 図〉
370 Hz 3 角波入力の定電圧型アンプでの応答

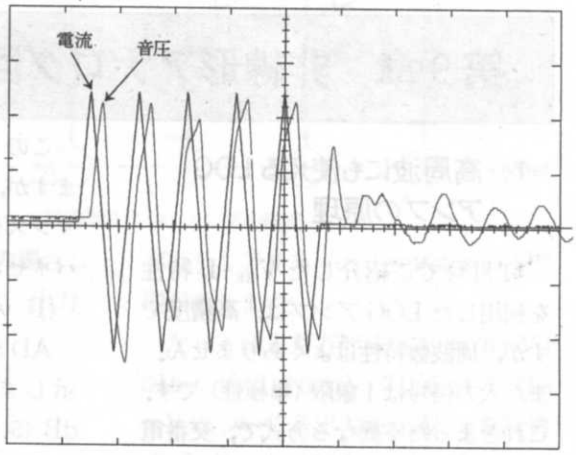
〈第 26 図〉▶
同上のリサジュー図

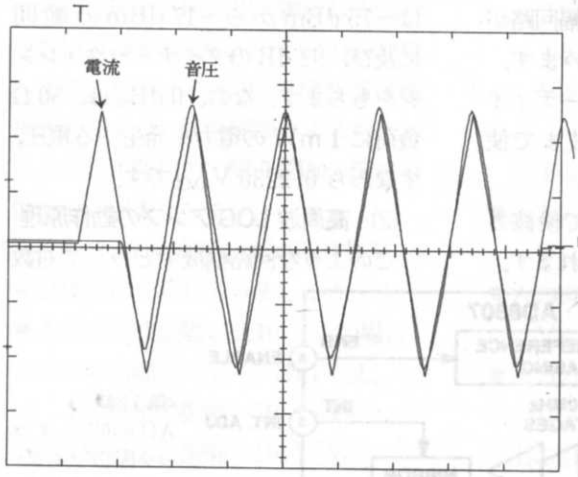




◀〈第 27 図〉
570 Hz 入力の定電流型アンプでの応答

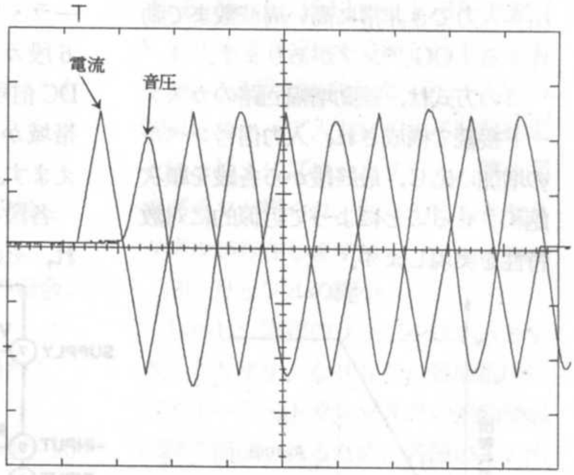
〈第 28 図〉▶
570 Hz 入力の定電圧アンプでの応答





◀〈第 29 図〉
1190 Hz 入力の定電流型アンプでの応答

〈第 30 図〉▶
1190 Hz 入力の定電圧型アンプでの応答（スピーカを逆接続してある）



したことが挙げられます．最初の両者同程度のピーク音圧を得るのに，最初のピーク・パワーは約 3 倍違います．定電圧型のほうが大きい突入電流を流しているためです．

f_0 以上の周波数での違い

f_0 より高い周波数で，波数をふやしてその立ち上がりを見てみましょう．

立ち上がりの比較はマイク出力と入力信号の互いの傾斜を比較すればよいわけですが，サインの曲線を比較するのは容易ではありません．単純な直線で信号を表現するには，方形波か三角波がありますが，方形波は突入電流や直流分が実状に合わないので，ここでは三角波を使います．しかも三角波は高調波を少し含んでいますから，f 特でのピークやディップをまたぐ効果があり，単独周波数での測定より実際に即していると思います．

何はともあれ，例として波形の直線出力が得られる周波数を探してみましょう．370 Hz がその例です．

第 23 図に，定電流型(A)について時間軸を重ねた入出力波形を示します．ついでにこれをリサージュにしたものも**第 24 図**に挙げておきます．(B)についても同様のデータとりをしました．**第 25，26 図**です．

リサージュは横軸がマイク出力，縦が入力です．とにかく四角い箱から飛びだしている線や内側でウロウロしている線が少ないほど，波形的には忠実度が高いといえます．5 波が減衰していくような場合のデータを**第 27〜30 図**に示します．この場合の(A)(B)の差を読みとるには，もっと別な方法を考えなければならないようです．